Berbasis Saintifik

Hakikat FISIKA Dan Perannya Dalam Kehidupan

Agus Mulia Bakti

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpah rahmat dan karuniaNya, sehingga penulisan modul berbasis saintifik berjudul "Hakikat Fisika Dan Perannya Dalam Kehidupan" dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada semua pihak yang banyak membantu dalam penyusunan modul ini. *Pertama* kepada dosen pengampu mata kuliah Pengembangan Media Pembelajaran Baiq Azmi Syukroyanti, S.Pd., M.Pd. yang telah memberikan saran dan masukan secara rinci pada modul ini. *Kedua* kepada teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika IKIP Matram yang selalu mensuport penulis agar bisa terselesaikan. *Ketiga* kepada orangtua penulis yang menjadi inspirasi dalm setiap penulisan modul ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan modul ini masih jauh dari kata sempurna karena sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Akhir kata, segala saran dari pembaca sangat diharapkan demi kesempurnaan modul ini. Saran dan komentar dapat disampaikan melalui surel/email penulis: agusmuliabakti02@gmail.com atau nomor ponsel 087878787523.

Mataram, 19 Juni 2019

Agus Mulia Bakti

DAFTAR ISI

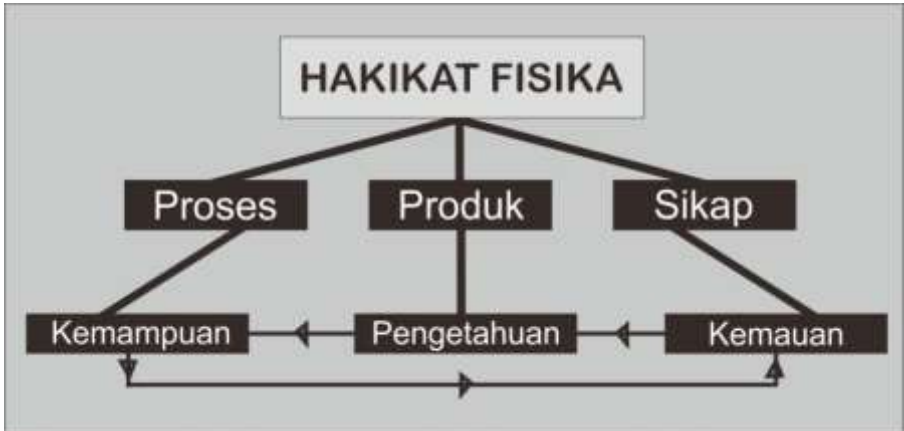
BAB 1. PENDAHULUAN

A. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Perhatikan daftar isi karena dalam daftar isi modul akan tampak kedudukan kegiatan yang akan siswa pelajari.
2. Modul ini dapat dipelajari baik individu ataupun kelompok
3. Langkah-langkah yang harus siswa ikuti dalam mempelajari modul ini yaitu
   1. Perhatikan materi-materi yang dibahas dan kuasai materinya. karena materi yang dibahas berkaitan dengan kehidipan sehari-hari.
   2. Jawablah pertanyaan atau soal-soal yang disajikan untuk mengasah kemampuan penguasaan materi.
   3. Bacalah refrensi yang berhubungan dengan materi yang disajikan untuk mendapat pengetahuan tambahan.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari modul ini dengan baik, anda dituntut sudah tuntas menguasai operasi aljabar matematik yang meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian dengan menggunakan bilangan bulat, pecahan bentuk desimal, dan bilangan baku.

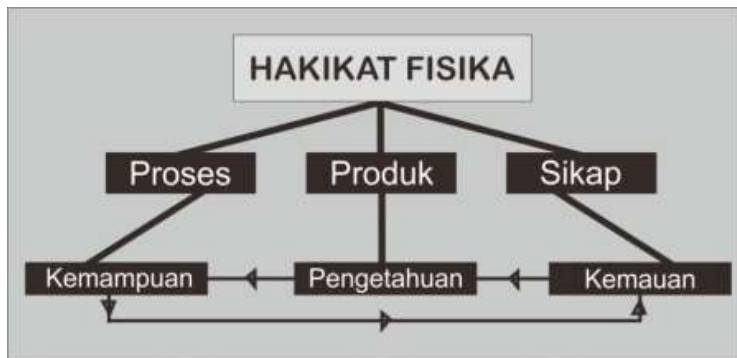
BAB 2.
PEMBAHASAN

Fisika adalah bangun pengetahuan yang menggambarkan usaha, temuan, wawasan dan kearifan yang bersifat kolektif dari umat manusia (Wartono, 2003:18). Fisika sebagai ilmu dasar memiliki karakteristik yang mencakup bangun ilmu yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, hukum, postulat, dan teori serta metodologi keilmuan (Mundilarto. 2010: 4).

2.1 Hakikat Fisika

Fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala-gejala alam dari segi materi dan energinya. Fisika adalah bangun pengetahuan yang menggambarkan usaha, temuan, wawasan dan kearifan yang bersifat kolektif dari umat manusia (Wartono, 2003:18). Fisika sebagai ilmu dasar memiliki karakteristik yang mencakup bangun ilmu yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, hukum, postulat, dan teori serta metodologi keilmuan (Mundilarto. 2010: 4). Fisika adalah ilmu yang terbentuk melalui prosedur baku atau biasa disebut sebagai metode ilmiah.

Lederman dalam Atar dan Gallard (2014), *Nature of Science* mengacu pada nilai-nilai dan keyakinan yang melekat pada pengembangan ilmu pengetahuan. Menurut hakikatnya, fisika yang merupakan sains bukanlah sekedar kumpulan ilmu pengetahuan semata. Collette dan Chiappetta (1994) menyatakan bahwa "sains pada hakekatnya merupakan sebuah kumpulan pengetahuan ("*a body of knowledge*"), cara atau jalan berpikir ("*a way of thinking*"), dan cara untuk penyelidikan ("*a way of investigating*")". Fisika yang merupakan cabang ilmu IPA (sains) memiliki karakter ilmiah, seperti tanggungjawab, jujur, objektif, terbuka, rasa ingin tahu, percaya diri, dan lain-lain, yang melekat kuat.

. Menurut Collette dan Chiappetta (1994) beberapa karakter tersebut adalah sebagai b*eliefs* (keyakinan), *curiosity* (rasa ingin tahu), *imagination* (imajinasi), *reasoning* (penalaran), dan *self-examination* (pemahaman diri). Menurut KBBI, keyakinan (*beliefs*) berarti kepercayaan dan sebagainya yang sungguh-sungguh, dan juga berarti

sebagai bagian agama atau religi yang berwujud konsep yang menjadi keyakinan (kepercayaan) para penganutnya. Keyakinan merupakan dasar dari tindakan seseorang yang dipercayainya sebagai sesuatu yang benar dan dapat dicapai (Sugeng, 2015). Istilah lain yang juga digunakan untuk menyatakan hakikat fisika adalah fisika sebagai produk untuk pengganti pernyataan IPA sebagai sebuah kumpulan pengetahuan ("*a body of knowledge*"), fisika sebagai sikap untuk pengganti pernyataan IPA sebagai cara atau jalan berpikir ("*a way of thinking*"), dan fisika sebagai proses untuk pengganti pernyataan IPA sebagai cara untuk penyelidikan ("*a way of investigating*"). Karena fisika merupakan bagian dari IPA atau sains, maka sampai pada tahap ini kita dapat menyamakan persepsi bahwa hakikat fisika adalah sama dengan hakekat IPA atau sains, hakikat fisika adalah sebagai produk ("*a body of knowledge*"), fisika sebagai sikap ("*a way of thinking*"), dan fisika sebagai proses ("*a way of investigating*"). Berikut ini akan dikemukakan lebih rinci mengenai hakikat fisika itu.

Gambar 2.1 Hakikat Fisika

A. Fisika Sebagai Proses

Fisika sebagai proses atau juga disebut sebagai "*a way of investigating*" memberikan gambaran mengenai bagaimana para ilmuwan bekerja melakukan penemuan-penemuan, jadi fisika sebagai proses memeberikan gambaran mengenai pendekatan yang digunakan untuk menyusun pengetahuan. Dalam fisika atau IPA dikenal banyak metode yang menunjukkan usaha manusia untuk menyelesaikan masalah. Para ilmuwan astronomi misalnya, menyusun pengetahuan mengenai astronomi dengan berdasarkan kepada observasi dan prediksi. Ilmuwan lain banyak yang menyusun pengetahuan dengan berdasarkan kepada kegiatan laboratorium atau eksperimen yang terfokus pada hubungan sebab akibat.

Sampai pada tahap ini kiranya cukup jelas bahwa, untuk memahami fenomena alam dan hukum-hukum yang berlaku, perlu dipelajari objek-objek dan kejadian-kejadian di alam itu. Objek-objek dan kejadian-kejadian alam itu harus diselidiki dengan melakukan eksperimen dan observasi serta dicari penjelasannya melalui proses pemikiran untuk mendapatkan alasan dan argumentasinya. Jadi pemahaman fisika sebagai proses adalah pemahaman mengenai bagaimana informasi ilmiah dalam fisika diperoleh, diuji, dan divalidasikan.

Dari uraian di atas kiranya dapat disimpulkan bahwa pemahaman fisika sebagai proses sangat berkaitan dengan kata-kata kunci fenomena, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan, dan publikasi. Pembelajaran yang merupakan tugas guru termasuk ke dalam

bagian mempublikasikan itu. Dengan demikian pembelajaran fisika sebagai proses hendaknya berhasil mengembangkan keterampilan proses sain pada diri siswa. Jenis keterampilan proses yang dimaksud adalah seperti yang terdapat dalam gambar 3 berikut ini.

Gambar 2.2 Fisika Sebagai Proses

B. Fisika sebagai produk

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan manusia, terjadi interaksi antara manusia dengan alam dan lingkungannya. Interaksi itu memberikan pembelajaran kepada manusia sehinga menemukan pengalaman yang semakin menambah pengetahuan dan kemampuannya serta berubah perilakunya. Dalam wacan ilmiah, hasil-hasil penemuan dari berbagai kegiatan penyelidikan yang kreatif dari pada ilmuwan dinventarisir, dikumpulkan dan disusun secara sistematik menjadi sebuah kumpulan pengetahuan yang kemudian disebut sebagai produk atau “a body of knowledge”. Pengelompokkan hasil-hasil penemuan itu

menurut bidang kajian yang sejenis menghasilkan ilmu pengetahuan yang kemudian disebut sebagai fisika, kimia dan biologi. Untuk fisika, kumpulan pengetahuan itu dapat berupa ***fakta, konsep, prinsip, hukum, rumus, teori*** dan ***model***.

Gambar 1.3 Fisika Sebagai Produk

1. Fakta

Fakta adalah keadaan atau kenyataan yang sesungguhnya dari segala peristiwa yang terjadi di alam. Fakta merupakan dasar bagi konsep, prinsip, hukum, teori atau model. Sebaliknya kita juga dapat menyatakan bahwa, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model keberadaannya adalah untuk menjelaskan dan memahami fakta.

2. Konsep

Konsep adalah abstraksi dari berbagai kejadian, objek, fenomena dan fakta. Konsep memiliki sifat-sifat dan atribut-atribut tertentu.

Menurut Bruner, Goodnow dan Austin (collette dan chiappetta : 1994) konsep memiliki lima elemen atau unsur penting yaitu nama, definisi, atribut, nilai (value), dan contoh. Yang dimaksud dengan atribut itu misalnya adalah warna, ukuran, bentuk, bau, dan sebagainya. Sesuai dengan perkembangan intelektual anak, keabstrakan dari setiap konsep adalah berbeda bagi setiap anak. Menurut Herron dan kawan-kawan (dalam Collette dan Chiappetta 1994), konsep fisika dapat dibedakan atas konsep yang baik contoh maupun atributnya dapat diamati, konsep yang contohnya dapat diamati tetapi atributnya tidak dapat diamati, dan konsep yang baik contoh maupun atributnya tidak dapat diamati.

a. Prinsip dan hukum

Istilah prinsip dan hukum sering sering digunakan secara bergantian karena dianggap sebagai sinonim. Prinsip dan hukum dibentuk oleh fakta atau fakta-fakta dan konsep atau konsep-konsep. Ini sangat perlu dipahami bahwa, hukum dan prinsip fisika tidaklah mengatur kejadian alam (fakta), melainkan kejadian alam (fakta) yang dijelaskan keberadaannya oleh prinsip dan atau hukum.

b. Rumus

Rumus adalah pernyataan matematis dari suatu fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. Dalam rumus kita dapat melihat saling keterkaitan antara konsep-konsep dan variable-variabel. Pada umumnya prinsip dan hukum dapat dinyatakan secara matematis.

c. Teori

Teori disusun untuk menjelaskan sesuatu yang tersembunyi atau tidak dapat langsung diamati, misalnya teori atom, teori kinetik gas, teori relativitas. Teori tetaplah teori tidak mungkin menjadi hukum atau fakta. Teo bersifat tentatif sampai terbukti tidak benar dan diperbaiki. Hawking (1988) yang dikutip oleh Collette dan Chiappetta

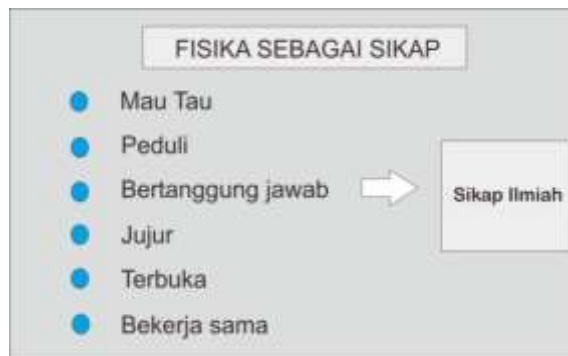
(1994) menyatakan bahwa "kita tidak dapat membuktikan kebenaran suatu teori meskipun banyak hasil eksperimen mendukung teori tersebut, karena kita tidak pernah yakin bahwa pada waktu yang akan dating hasilnya tidak akan kontradiksi dengan teori tersebut, sedangkan kita dapat membuktikan ketidakbenaran suatu teori cukup dengan hanya satu bukti yang menyimpang.Jadi, teori memiliki fungsi yang berbeda dengan fakta, konsep maupun hukum"

d. Model

Model adalah sebuah presentasi yang dibuat untuk sesuatu yang tidak dapat dilihat.. Model sabgat berguna untuk membantu memahami suatu fenomena alam, juga berguna untuk membantu memahami suatu teori. Sebagai contoh, model atom Bohr membantu untuk memahami teori atom.

C. Fisika Sebagai Sikap

Dari penjelasan mengenai hakikat fisika sebagai produk dan hakikat fisika sebagai proses di atas, tampak terlihat bahwa penyusunan pengetahuan fisika diawali dengan kegiatan-kegiatan kreatif seperti

pengamatan, pengukuran dan penyelidikan atau percobaan, yang kesemuanya itu memerlukan proses mental dan sikap yang berasal dan pemikiran. Jadi dengan pemikirannya orang bertindak dan bersikap, sehingga akhirnya dapat melakukan kegiatan-kegiatan ilmiah itu. Pemikiran-pemikiran para ilmuwan yang bergerak dalam bidang fisika itu menggambarkan, rasa ingin tahu dan rasa penasaran mereka yang besar, diiringi dengan rasa percaya, sikap objektif, jujur dan terbuka serta mau mendengarkan pendapat orang lain. Sikap-sikap itulan yang kemudian memaknai hakekat fisika sebagai sikap atau "*a way of thinking*". Oleh para ahli psikologi kognitif, pekerjaaan dan pemikian para ilmuwan IPA termasuk fisika di dalmnya, dipandang sebagai kegiatan kreatif, karena ide-ide dan penjelasan-penjelasan dari suatu gejala alam disusun dalam fikiran. Oleh sebab itu, pemikiran dan argumentasi para ilmuwan dalam bekerja menjadi rambu-rambu penting dalam kaitannya dengan hakekat fisika sebagai sikap.

Gambar 2.4 Fisika Sebagai Sikap

BAB 3.

PERAN MATERI FISIKA DALAM KEHIDUPAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terlepas dari persoalan ukur mengukur suatu benda, karena pengukuran yang dilakukan untuk membantu siapa saja agar dapat melakukan sesuatu dengan benar. Lord Kelvin, seorang fisikawan berkata "Bila kita dapat mengukur apa yang sedang kita bicarakan dan menyatakannya dengan angka-angka berarti kita mengetahui apa yang sedang kita bicarakan itu".

Dalam ilmu pengetahuan biasanya pengukuran dilakukan untuk menguji kebenaran suatu teori.

3.1 BESARAN DAN SATUAN

Hasil pengukuran selalu mengandung dua hal, yakni: kuantitas atau nilai dan satuan. Sesuatu yang memiliki kuantitas dan satuan tersebut dinamakan besaran. Berbagai besaran yang kuantitasnya dapat diukur, baik secara langsung maupun tak langsung, disebut besaran fisis, misalnya panjang dan waktu. Tetapi banyak juga besaran-besaran yang dikategorikan non-fisis, karena kuantitasnya belum dapat diukur, misalnya cinta, bau, dan rasa.

Diskusikan dengan teman-temanmu, mungkinkah suatu besaran nonfisis suatu saat akan menjadi besaran fisis?

Dahulu orang sering menggunakan anggota tubuh sebagai satuan pengukuran, misalnya jari, hasta, kaki, jengkal, dan depa. Namun satuan-satuan tersebut menyulitkan dalam komunikasi, karena nilainya berbeda-beda untuk setiap orang. Satuan semacam ini disebut satuan tak baku. Untuk kebutuhan komunikasi, apalagi untuk kepentingan ilmiah, pengukuran harus menggunakan satuan baku, yaitu satuan pengukuran yang nilainya tetap dan disepakati secara internasional, misalnya meter, sekon, dan kilogram. Adanya kemungkinan perbedaan penafsiran terhadap hasil pengukuran dengan berbagai standar tersebut, memacu para ilmuwan untuk menetapkan suatu sistem satuan internasional yang digunakan sebagai acuan semua orang di penjuru dunia. Pada tahun 1960, dalam *The Eleventh General Conference on Weights and Measures* (Konferensi Umum ke-11 tentang Berat dan Ukuran) yang

diselenggarakan di Paris, ditetapkanlah suatu sistem satuan internasional, yang disebut sistem SI (Sistem International). Sampai saat ini ada dua jenis satuan yang masih digunakan, yaitu:

1) Sistem metrik
2) Sistem Inggris (imperial sistem)

Sistem metrik dikenal sebagai: meter, kilogram, dan sekon (disingkat MKS), sistem Inggris dikenal sebagai: *foot*, *pound* dan *second* (disingkat FPS). Dalam Sistem Internasional dikenal dua besaran yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya ditetapkan lebih dulu atau besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi internasional mengenai berat dan ukuran. Berdasar Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, besaran pokok ada tujuh, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, temperatur, jumlah zat, dan intensitas cahaya. Tabel 3.1.1 menunjukkan tujuh besaran pokok tersebut beserta satuan dan dimensinya.

Tabel 3.1.1 Besaran Pokok dan Satuannya dalam SI

No	**Besaran**	**Satuan dasar SI**	**Simbol**	**Dimensi**
1	Panjang	meter	m	[L]
2	Massa	kilogram	kg	[M]
3	Waktu	sekon	s	[T]
4	Arus Listrik	ampere	A	[I]
5	Suhu	kelvin	K	[θ]

6	Jumlah zat	Mol	mol	[N]
7	Intensitas cahaya	Candela	cd	[J]

Besaran turunan adalah besaran yang dapat diturunkan atau diperoleh dari besaran-besaran pokok. Satuan besaran turunan diperoleh dari satuan-satuan besaran pokok yang menurunkannya, seperti terlihat dalam Tabel 3.1.2.

Tabel 3.1.2. Contoh besaran turunan

Besaran	**Rumus**	**Satuan**	**Dimensi**
Volume	Panjang × lebar × tinggi	m3	$[L^3]$
Kecepatan	Perpindahan/waktu	m.s-1	$[LT^{-1}]$
Momentum	Massa × kecepatan	$kg.m.s^{-1}$	$[MLT^{-1}]$

Tabel 3.1.3. Satuan besaran mekanika

Sistem Satuan	**Panjang**	**Massa**	**Waktu**	**Gaya**
Statis Besar Statis Kecil Dinamis Besar Dinamis Kecil Inggris Absolut Inggris Teknik	M cm m cm ft (foot) ft	Kgm grm kg gr lbm (pound mass) slug	s s s s s s	kg.gaya g.gaya Newton dyne pdl (poundal) lbf(pound force)

Di samping diperoleh dari penjabaran satuan besaran pokok yang terkait, satuan besaran turunan sering juga diambil dari nama orang yang berjasa di bidang tersebut. Sebagai contoh, satuan gaya (*F*) adalah $kg.m.s^{-2}$ sering dinyatakan dengan newton (N), satuan usaha (*W*) adalah $kg.m^{2}.s^{-2}$ sering dinyatakan dengan joule (J).

A. Standar Satuan Besaran

1. Standar untuk Satuan Panjang

Satuan standar untuk panjang adalah meter. Panjang merupakan besaran pokok yang digunakan untuk mengukur jarak antara dua titik dan ukuran geometri sebuah benda. Sebagai contoh, panjang sebuah silinder adalah 15 cm dan diameternya 6 cm, jarak kota A ke kota B adalah 1000 m.

Standar untuk satuan panjang adalah meter (m), secara orisinal dinyatakan dengan dua goresan pada batang meter standar yang terbuat dari campuran platinum-iridium yang disimpan di the International Bureau of Weights and Measures (Sevres, Frances). Jarak yang ditetapkan untuk satu meter adalah jarak antara equator dan kutub utara sepanjang meridian melalui Paris sebesar 10 juta meter, seperti pada terlihat Gambar 3.2.

Pada tahun 1960, mengenai suatu standar atomik untuk panjang, satu meter didefinisikan sama dengan 1.650.763,73 kali panjang gelombang sinar jingga yang dipancarkan oleh atomatom gas Krypton-86 (Kr-86) di dalam ruang hampa pada suatu loncatan listrik. Pada bulan November 1983, definisi standar meter diubah lagi dan

ditetapkan menjadi “satu meter adalah jarak yang ditempuh cahaya (dalam vakum) pada selang waktu 1/299.792.458 sekon”. Perubahan ini dilakukan berdasarkan nilai kecepatan cahaya yang dianggap selalu konstan 299.792.458 m/s.

Gambar 3.1.1. Satu meter ditetapkan sebagai jarak antara equator (katulistiwa) dan kutub utara melalui Paris
(**Sumber:** Tipler, Physics for Scientists and Engineers, 5th edition)

2. Standar untuk Satuan Massa

Standar untuk satuan massa adalah sebuah silinder platinum-iridium yang disimpan di lembaga Berat dan Ukuran Internasional dan berdasarkan perjanjian Internasional disebut sebagai massa sebesar satu kilogram. Standar sekunder dikirimkan ke laboratorium standar di berbagai negara dan massa dari benda-benda lain dapat ditentukan dengan menggunakan neraca berlengan-sama dengan ketelitian 2 bagian dalam 10^8. Turunan standar massa internasioanl untuk Amerika Serikat dikenal dengan Kilogram prototip No.20, ditempatkan dalam suatu kubah di Lembaga Standar Nasional, seperti terlihat pada Gambar 3.3.a.

3. Standar untuk Satuan Waktu

Standar untuk satuan waktu adalah sekon (s) atau detik. Standar waktu yang masih dipakai sekarang didasarkan pada hari matahari rata-rata. Satu sekon atau satu detik didefinisikan sebagai selang waktu yang diperlukan oleh atom cesium-133 untuk melakukan getaran sebanyak 9.192.631.770 kali dalam transisi antara dua tingkat energi di tingkat energi dasarnya.

Jam atomik jenis tertentu, yang didasarkan atas frekuensi karakteristik dari isotop Cs^{133}, telah digunakan di Laboratorium Fisis Nasional, Inggris sejak tahun 1955. Gambar 3.3.b memperlihatkan jam yang serupa di Lembaga Standar Nasional, Amerika Serikat.

4. Standar untuk satuan Arus listrik, Suhu, Intensitas Cahaya dan Jumlah Zat

Secara singkat standar untuk Arus listrik, Suhu, Intensitas Cahaya dan Jumlah Zat dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Satu Ampere adalah jumlah muatan listrik satu coulomb (1 coulomb = $6{,}25.10^{18}$ elektron) yang melewati suatu penampang dalam 1 detik.
2. Suhu titik lebur es pada 76 cmHg adalah : T = 273,15 K, Suhu titik didih air pada 76 cmHg adalah : T = $373{,}15^{0}$ K.
3. Satuan Kandela adalah benda hitam seluas 1 m^2 yang bersuhu hk lebur platina (1773 ^{o}C) akan memancarkan cahaya dalam arah tegak lurus dengan kuat cahaya sebesar 6×10^{5} kandela.

4. Satu mol zat terdiri atas 6,025 x 10^{23} buah partikel. (6,025 x 10^{23} disebut dengan bilangan Avogadro).

Gambar 3.1.2 a) Kilogram standar No.20 yang disimpan di Lembaga Standar Nasional Amerika Serikat. Kilogram standar berupa silinder platinum, disimpan di bawah dua kubah kaca berbentuk lonceng. b) Standar frekuensi atomik berkas cesium di laboratorium Boulder di Lembaga Standar Nasional (Sumber: Serway dan Jewett, Physics for Scientists and Engineers, 6^{th} edition, 2004)

Tabel 3.1.3 Awalan-awalan SI

Faktor	Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol
10^{1}	deka (*deca*)	da	10^{-1}	desi (*deci*)	d
10^{2}	hekto (*hecto*)	H	10^{-2}	senti (*centi*)	c
10^{3}	Kilo	K	10^{-3}	mili (*milli*)	m
10^{6}	Mega	M	10^{-6}	mikro (*micro*)	μ
10^{9}	Giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	piko (*pico*)	p
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{18}	eksa (*exa*)	E	10^{-18}	atto	a

B. Macam-macam Alat Ukur Panjang dan Ketelitiannya

1. Mistar

Alat ukur panjang yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah mistar. Skala terkecil dari mistar adalah 1 mm (0,1 cm) dan ketelitiannya setengah skala terkecil 0, 5 mm (0,05 cm).

(a) (b)

Gambar 3.1.2 Mistar : a) Mistar dengan jangkauan pengukuran 10,5 cm.
b) Contoh mengukur panjang menggunakan mistar
.

2. Jangka Sorong

Dalam praktiknya, mengukur panjang kadang-kadang memerlukan alat ukur yang mampu membaca hasil ukur sampai ketelitian 0,1 mm (0,01 cm), untuk pengukuran semacam ini kita bisa menggunakan jangka sorong.

Skala Utama dan Skala Nonius

(a)

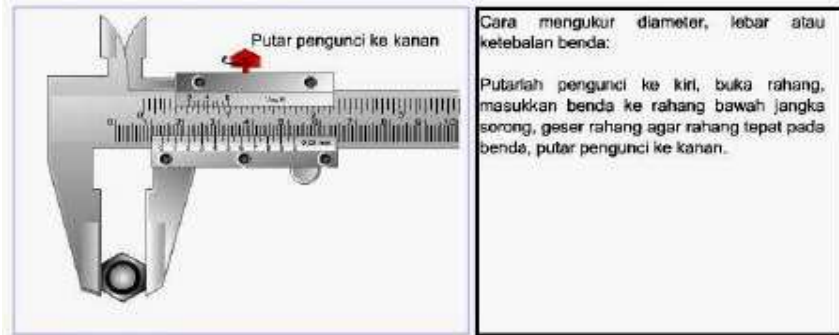
Jangka sorong memiliki batas ketelitian 0,1 mm, artinya ketepatan pengukuran dengan alat ini sampai 0,1 mm terdekat.

Jangka sorong memiliki dua macam skala :
- *SKALA UTAMA* dalam satuan cm.
- *SKALA NONIUS dalam satuan mm.*

Cara membaca skala

Cara membaca skala jangka sorong:

Mula-mula perhatikan skala nonius yang berimpit dengan salah satu skala utama. Hitunglah berapa skala hingga ke angka nol. Pada gambar, skala nonius yang berimpit dengan skala utama adalah 4 skala. Artinya angka tersebut 0,4 mm. Selanjutnya perhatikan skala utama. Pada skala utama, setelah angka nol mundur ke belakang menunjukkan angka 4.7 cm. Sehingga diameter yang diukur sama dengan 4,7 cm + 0,4 mm = 4,74 cm

Gambar 3.1.3 Jangka Sorong: a) Skala utama dan skala nonius.
b) Cara membaca skala
(Sumber: http://www.e-dukasi.net)

Kegiatan 1:

Tugas:

Coba ulangi kegiatan 1 dengan dua macam benda yang berbeda.

a) Catat berapa skala utama dan skala nonius untuk setiap benda yang anda ukur.
b) Nyatakan hasil yang anda dapat dengan satuan cm dan mm.

Kegiatan 2:

Tugas:

Coba ulangi kegiatan 2 dengan dua macam benda yang berbeda.

a) Catat berapa skala utama dan skala nonius untuk setiap benda yang anda ukur. Nyatakan hasil yang anda dapat dengan satuan cm dan mm

C. Mikrometer Sekrup

Alat ukur panjang yang paling teliti adalah mikrometer sekrup yang memiliki ketelitian 0,001 mm, biasanya digunakan oleh para teknisi mesin, terutama pada saat penggantian komponen mesin yang mengalami keausan.

Gambar 3.1.4 Pembacaan skala Mikrometer. (Sumber: http://www.e-dukasi.net) .

Kegiatan 1: Pembacaan skala diameter ulir

Tugas:

Coba ulangi kegiatan 4 dengan dua macam benda yang berbeda.

a) Catat berapa skala utama dan skala nonius untuk setiap benda yang anda ukur.

b) Nyatakan hasil yang anda dapat dengan satuan cm dan mm.

D. Alat Ukur Massa

Dalam kehidupan sehari-hari, massa sering diartikan sebagai berat, tetapi dalam tinjauan fisika kedua besaran tersebut berbeda. Massa tidak dipengaruhi gravitasi, sedangkan berat dipengaruhi oleh gravitasi. Seorang astronot ketika berada di Bulan beratnya berkurang, karena gravitasi Bulan lebih kecil dibanding gravitasi Bumi, tetapi massanya tetap sama dengan di Bumi. Bila satuan SI untuk massa adalah kilogram (kg), satuan SI untuk berat adalah newton (N). Massa diukur dengan neraca lengan, berat diukur dengan neraca pegas, sebagaimana terlihat pada Gambar 1.7. Neraca lengan dan neraca pegas termasuk jenis neraca mekanik. Sekarang, sudah banyak digunakan jenis neraca lain yang lebih teliti, yaitu neraca elektronik. Selain kilogram (kg), massa benda juga dinyatakan dalam satuan-satuan lain, misalnya: gram (g), miligram (mg), dan ons untuk massa-massa yang kecil; ton (t) dan kuintal (kw) untuk massa yang besar.

1 ton = 10 kuintal = 1.000 kg

1 kg = 1.000 g = 10 ons

Gambar 3.1.5 a) Neraca lengan b) Neraca pegas

E. Alat Ukur Waktu

Waktu adalah selang antara dua kejadian/peristiwa. Misalnya, waktu siang adalah sejak matahari terbit hingga matahari tenggelam, waktu hidup adalah sejak dilahirkan hingga meninggal. Untuk peristiwa-peristiwa yang selang terjadinya cukup lama, waktu dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar, misalnya: menit, jam, hari, bulan, tahun, abad dan lain-lain. Sedangkan, untuk kejadian-kejadian yang cepat sekali bisa digunakan satuan milisekon (ms) dan mikrosekon (µs). Untuk keperluan sehari-hari, telah dibuat alat-alat pengukur waktu, misalnya *stopwatch* dan jam tangan seperti terlihat pada Gambar 3.8**.**

Gambar 3.1.6 *Stopwatch* dan Jam

F. Konversi Satuan

Dengan adanya sistem satuan, maka diperlukan pengetahuan untuk dapat menentukan perubahan satuan dari satu sistem ke sistem yang lain yang dikenal dengan istilah *konversi satuan*. Berikut ini diberikan konversi satuan-satuan penting

Panjang

1 yard = 3ft = 36 in

1 in = 0,0254 m = 2,54 cm

1 mile = 1609 m

1 mikron = 10^{-6} m

1 Angstrom = 10^{-10} m

Luas

1 ft^2 = 9,29 x 10^{-2} m^2

1 are = 100 m^2

Massa

1 lb = 0,4536 kg

1 slug = 14,59 kg

1 slug = 14,59 kg

Volume

1 liter = 10^{-3} m^3

1 ft^3 = 2,832 x 10^{-2} m^3

1 gallon (UK) = 4,546 liter

1 gallon (US) = 3,785 liter

1 barrel (UK) = 31, 5 gallon

1 barrel (US) = 42 gallon

Massa Jenis

1 lb/ft^3 = 16,0185 kg/m^3

Kecepatan

1 mile/jam = 1,609 km/jam

1 knot = 1,852 km/jam

1 ft/s = 0,3048 m/s

Gaya

1 lbf = 4,448 N

1 dyne = 10^{-5} N

1 kgf = 9,807 N

Tekanan

1 atm = 76 cm Hg

= 1,013 x 10^5 N/m^2

= 1013 millibar

= 14,7 lb/in^2

1 Pa = 1 N/m^2

1 bar = 10^6 dyne/cm^2

= 10^5 Pa

Energi

1 BTU = 1055 J = 252 kal

1 kal = 4, 186 J

1 ft lb = 1, 356 J

1 hp jam = 2, 685 x 10^6 J 1

erg = 10^{-7} J

Waktu

1 hari = 24 jam

1 jam = 60 menit

1 menit = 60 sekon

Daya

1 hp = 745,4 W

1 kW = 1,341 hp

1 BTU/jam = 0,293 W

1 kal/s = 4,186 W

Contoh soal 1:

dinyatakan dalam m/s, dan bila dalam perjalanannya menempuh jarak sejauh 300 km, berapa waktu dalam detik yang digunakan untuk menempuh jarak tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: kecepatan = 5 knot dan jarak tempuh = 300 km

Mengingat 1 knot = 1,852 km/jam = 1,852 x (1000 m/3600 s) = 0,51444 m/det, maka kecepatan kapal pesiar tersebut adalah = 5 knot = 5 x (0,51444 m/s) = **2,5722 m/s.**

Ingat hubungan antara kecepatan, jarak dan waktu yang membentuk sebuah persamaan gerak, yaitu:

$$\text{Kecepatan} = \frac{jarak\ tempuh}{waktu\ tempuh}$$

sehingga untuk mencari waktu tempuh didapatkan hubungan,

$$\text{Waktu tempuh} = \frac{jarak\ tempuh}{kecepatan} = \frac{300000m}{2{,}5722\ m/s} = 116631{,}68\ \text{s}$$

Waktu yang diperlukan kapal pesiar untuk menempuh jarak 300 km adalah: **116631, 68 s** atau sekitar 32 jam.

Contoh Soal 2:

Harga minyak mentah di pasar dunia pada bulan ini berkisar Rp. 578.900,00 per barrel (UK). Berapakah harga per liternya?

Penyelesaian:

Ingat, 1 barrel (UK) = 31,5 gallon = 31,5 x 4,546 liter = 143,199 liter

Jadi harga per liternya = Rp. 578.900,00 : 143,199 liter = Rp. 4042,626

G. Dimensi

Untuk menyederhanakan pernyataan suatu besaran turunan dengan besaran pokok digunakan dengan simbol yang disebut *dimensi* besaran, lihat tabel 1.5. Apabila suatu persamaan fisika terdiri dari banyak suku yang berisi besaran-besaran, maka setiap suku tersebut harus berdimensi sama.

Tabel 3.1.4 Lambang dimensi besaran pokok

No	Besaran	Dimensi
1	Panjang	[L]
2	Massa	[M]
3	Waktu	[T]
4	Arus Listrik	[I]
5	Suhu	[θ]
6	Jumlah Zat	[N]
7	Intensitas Cahaya	[J]

Kegunaan dimensi adalah:

a) Mengungkapkan adanya kesamaan atas kesataraan antara dua besaran yang kelihatanya berbeda.
b) Menyatakan benar tidaknya suatu persamaan yang ada hubungannya dengan besaran fisika.

H. Pengukuran

Pengukuran merupakan kegiatan sederhana, tetapi sangat penting dalam kehidupan kita. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang dipergunakan sebagai satuannya. Misalnya, Anda mengukur panjang buku dengan mistar, artinya Anda membandingkan panjang buku tersebut dengan satuan-satuan panjang yang ada di mistar, yaitu milimeter atau centimeter, sehingga diperoleh hasil pengukuran, panjang buku adalah 210 mm atau 21 cm. Fisika merupakan ilmu yang memahami segala sesuatu tentang gejala alam melalui pengamatan atau observasi dan memperoleh kebenarannya secara empiris melalui panca indera. Karena itu, pengukuran merupakan bagian yang sangat penting dalam proses membangun konsep-konsep fisika.

Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan pengukuran, pertama masalah ketelitian (presisi) dan kedua masalah ketepatan (akurasi). Presisi menyatakan derajat kepastian hasil suatu pengukuran, sedangkan akurasi menunjukkan seberapa tepat hasil pengukuran mendekati nilai yang sebenarnya. Presisi bergantung pada alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran. Umumnya, semakin kecil pembagian skala suatu alat semakin presisi hasil pengukuran alat tersebut.

Mistar umumnya memiliki skala terkecil 1 mm, sedangkan jangka sorong mencapai 0,1 mm atau 0,05 mm, maka pengukuran menggunakan jangka sorong akan memberikan hasil yang lebih presisi dibandingkan menggunakan mistar. Meskipun memungkinkan untuk mengupayakan kepresisian pengukuran dengan memilih alat ukur tertentu, tetapi tidak mungkin menghasilkan pengukuran yang tepat (akurasi) secara mutlak. Keakurasian pengukuran harus dicek dengan cara membandingkan terhadap nilai standard yang ditetapkan. Keakurasian alat ukur juga harus dicek secara periodik dengan metode *the two-point*

calibration. Pertama, apakah alat ukur sudah menunjuk nol sebelum digunakan? Kedua, apakah alat ukur memberikan pembacaan ukuran yang benar ketika digunakan untuk mengukur sesuatu yang standar?

a. Sumber-sumber ketidakpastian dalam pengukuran

Mengukur selalu menimbulkan ketidakpastian. Artinya, tidak ada jaminan bahwa pengukuran ulang akan memberikan hasil yang tepat sama.Ada tiga sumber utama yang menimbulkan ketidakpastian pengukuran, yaitu:

1. Ketidakpastian Sistematik

Ketidakpastian sistematik bersumber dari alat ukur yang digunakan atau kondisi yang menyertai saat pengukuran. Bila sumber ketidakpastian adalah alat ukur, maka setiap alat ukur tersebut digunakan akan memproduksi ketidakpastian yang sama. Yang termasuk ketidakpastian sistematik antara lain:

- Ketidakpastian Alat

  Ketidakpastian ini muncul akibat kalibrasi skala penunjukkan angka pada alat tidak tepat, sehingga pembacaan skala menjadi tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Misalnya, kuat arus listrik yang melewati suatu beban sebenarnya 1,0 A, tetapi bila diukur menggunakan suatu Ampermeter tertentu selalu terbaca 1,2 A. Karena selalu ada penyimpangan yang sama, maka dikatakan bahwa Ampermeter itu memberikan ketidakpastian sistematik sebesar 0,2 A.Untuk mengatasi ketidakpastian tersebut, alat harus di kalibrasi setiap akan dipergunakan.

- Kesalahan Nol

  Ketidaktepatan penunjukan alat pada skala nol juga melahirkan ketidakpastian sistematik. Hal ini sering

terjadi, tetapi juga sering terabaikan. Sebagian besar alat umumnya sudah dilengkapi dengan sekrup pengatur/pengenol. Bila sudah diatur maksimal tetap tidak tepat pada skala nol, maka untuk mengatasinya harus diperhitungkan selisih kesalahan tersebut setiap kali melakukan pembacaan skala.

- Waktu Respon Yang Tidak Tepat

  Ketidakpastian pengukuran ini muncul akibat dari waktu pengukuran (pengambilan data) tidak bersamaan dengan saat munculnya data yang seharusnya diukur, sehingga data yang diperoleh bukan data yang sebenarnya. Misalnya, kita ingin mengukur periode getar suatu beban yang digantungkan pada pegas dengan menggunakan *stopwatch*. Selang waktu yang diukur sering tidak tepat karena pengukur terlalu cepat atau terlambat menekan tombol *stopwatch* saat kejadian berlangsung.
- Kondisi Yang Tidak Sesuai

  Ketidakpastian pengukuran ini muncul karena kondisi alat ukur dipengaruhi oleh kejadian yang hendak diukur. Misalkan mengukur panjang kawat baja pada suhu tinggi menggunakan mistar logam. Hasil yang diperoleh tentu bukan nilai yang sebenarnya karena panas mempengaruhi objek yang diukur maupun alat pengukurnya.

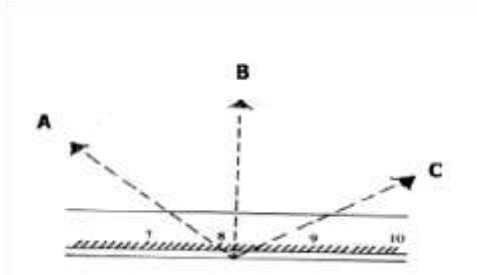
2. Ketidakpastian Random (Acak)

Ketidakpastian random umumnya bersumber dari gejala yang tidak mungkin dikendalikan secara pasti atau tidak dapat diatasi secara tuntas. Gejala tersebut umumnya merupakan perubahan yang sangat cepat dan acak hingga pengaturan atau pengontrolannya di luar kemampuan kita.

Misalnya:

- Fluktuasi pada besaran listrik. Tegangan listrik selalu mengalami fluktuasi (perubahan terus menerus secara cepat dan acak). Akibatnya kalau kita ukur, nilainya juga berfluktuasi. Demikian pula saat kita mengukur kuat arus listrik.
- Getaran landasan. Alat yang sangat peka (misalnya seismograf) akan melahirkan ketidakpastian karena gangguan getaran landasannya.
- Radiasi latar belakang. Radiasi kosmos dari angkasa dapat mempengaruhi hasil pengukuran alat pencacah, sehingga melahirkan ketidakpastian random.
- Gerak acak molekul udara. Molekul udara selalu bergerak secara acak (gerak Brown), sehingga berpeluang mengganggu alat ukur yang halus, misalnya mikro-galvanometer dan melahirkan ketidakpastian pengukuran.

3. Ketidakpastian Pengamatan

Ketidakpastian pengamatan merupakan ketidakpastian pengukuran yang bersumber dari kekurangterampilan manusia saat melakukan kegiatan pengukuran. Misalnya: metode pembacaan skala tidak tegak lurus (paralaks), salah dalam membaca skala, dan pengaturan atau pengesetan alat ukur yang kurang tepat.

Gambar 3.1.6 Posisi A dan C menimbulkan kesalahan paralaks. Posisi B yang benar.

Seiring kemajuan teknologi, alat ukur dirancang semakin canggih dan kompleks, sehingga banyak hal yang harus diatur sebelum alat tersebut digunakan. Bila yang mengoperasikan tidak terampil, semakin banyak yang harus diatur semakin besar kemungkinan untuk melakukan kesalahan sehingga memproduksi ketidakpastian yang besar pula. Besarnya ketidakpastian berpotensi menghasilkan produk yang tidak berkualitas, sehingga harus selalu diusahakan untuk memperkecil nilainya, di antaranya dengan kalibrasi, menghindari gangguan luar, dan hati-hati dalam melakukan pengukuran.

Setiap pengukuran berpotensi menimbulkan ketidakpastian. Ketidakpastian yang besar menggambarkan kalau pengukuran itu tidak baik. Usahakan untuk mengukur sedemikian sehingga ketidakpastian bisa ditekan sekecil-kecilnya

I. Rangkuman

Dari uraian di atas dapat kita simpulkan bahwa:

1. Fisika adalah salah satu cabang ilmu yang mempelajari keadaan, sifat-sifat benda dan perubahannya serta mempelajari fenomena-fenomena alam dan hubungan satu fenomena dengan fenomena lainnya. Keadaan dan sifat-sifat benda yang dapat diukur disebut *besaran* fisika.
2. Besaran dapat dibedakan menjadi besaran pokok dan besaran turunan. .

J. Latihan Soal

Pilihan ganda

1. Energi suatu benda yang dalam system SI dinyatakan dalam Joule, satuannya dalam satuan besaran pokok adalah :
   A. Kg m^2 / s^2
   B. Kg m / s^2
   C. Kg / m s^2
   D. Kg s / m^2
   E. m^2 / s^2 kg

2. Besaran-besarrn berikut yang bukan merupakan besaran turunan adalah :
   A. momentum
   B. kecepatan
   C. gaya
   D. massa
   E. volume

3. Besaran pokok dengan satuan yang benar menurut Sistem Internasional (SI) pada tabel berikut adalah …

No.	Besaran	Satuan
1.	Suhu	detik
2.	Massa	kilogram
3.	Waktu	kelvin
4.	Panjang	meter

   A. 1 dan 3
   B. 2 dan 3
   C. 1 dan 4
   D. 2 dan 4
   E. 3 dan 4

4. Besaran yang dimensinya [M] $[L]^{-1}$ $[T]^{-2}$ adalah …

A. gaya
B. percepatan
C. tekanan
D. momentum
E. energi

5. Dalam system SI, satuan Gaya adalah….
   A. Newton
   B. Joule
   C. Watt
   D. derajat Kelvin
   E. derajat celcius

6. Besaran-besaran berikut ini yang bukan besaran pokok adalah …
   A. Panjang
   B. Massa
   C. Waktu
   D. Suhu
   E. Volume

7. Kelompok besaran berikut yang semuanya termasuk besaran turunan adalah …
   A. usaha, massa jenis, suhu
   B. daya, gaya, intensitas cahaya
   C. luas, energi, kecepatan
   D. usaha, daya, gaya
   E. kuat arus, suhu, waktu

8. Pak Gandi membeli 5 meter tali tambang seharga Rp15.000,-. Yang menyatakan satuan dalam kalimat tersebut adalah …
   A. 15.000
   B. Rp
   C. 5
   D. meter
   E. tali

9. Rumus dimensi momentum adalah…
   A. $[M] [L] [T]^{-2}$

B. $[M]\ [L]^{-1}\ [T]^{-1}$
C. $[M]\ [L]\ [T]^{-1}$
D. $[M]\ [L]^{-2}\ [T]^{-2}$
E. $[M]\ [L]^{-1}\ [T]^{-2}$

10. Diantara kelompok besaran berikut, yang termasuk kelompok besaran pokok dalam SI adalah ….
    A. Panjang, massa, waktu, jumlah zat
    B. Kuat arus, intersitas cahaya, suhu, waktu
    C. Volume, suhu, massa, kuat arus
    D. Kuat arus, panjang, massa, tekanan
    E. Intensitas cahaya, kecepatan, percepatan, waktu

11. Kelompok besaran di bawah ini yang merupakan kelompok besaran turunan adalah …
    A. Panjang, lebar dan luas
    B. Kecepatan, percepatan dan gaya
    C. Kuat arus, suhu dan usaha
    D. Massa jenis, kecepatan, dan berat
    E. Intensitas cahaya, banyaknya mol dan volume

12. Dimensi $[M]\ [L]^{2}\ [T]^{-3}$ menyatakan dimensi : …..
    A. Gaya
    B. Energi
    C. Daya
    D. Tekanan
    E. Momentum

13. Besaran pokok panjang dapat diturunkan menjadi …
    A. volume dan daya
    B. luas dan volume
    C. volume dan kuat arus listrik
    D. luas dan tegangan
    E. massa jenis dan volume

14. Satuan Standar Internasional (SI) dari besaran tekanan adalah . . .
    A. Newton
    B. Pascal
    C. Meter
    D. Amper
    E. Mol
15. “ Setelah diukur dengan lebih teliti, ternyata besaranya adalah 3.75 Amper “.
    Besaran yang disebutkan pada kalimat tersebut adalah . . .
    A. Tegangan listrik
    B. Arus listrik
    C. Intensitas cahaya
    D. Massa
    E. Jumlah zat
16. Nilai 5 x 10^{-9} g dapat dituliskan ...
    A. 5 mg
    B. 5 μg
    C. 5 ng
    D. 5 pg
    E. 5 Mg
17. Nilai besaran panjang berikut, yang paling kecil adalah ...
    A. 0,1 mm
    B. 1 nm
    C. 60 μm
    D. 0,9 dm
    E. 0,001 m

ISIAN

1. Ubahlah satuan-satuan di bawah ini, ditulis dalam bentuk baku.
   a. 27,5 m^3 = ... cm^3
   b. $0,5.10^{-4}$ kg = ... mg
   c. 10 m/det = ...km/jam
   d. 72 km/jam = ... m/det
   e. 2,7 newton = ...dyne
   f. 5,8 joule =.. erg
   g. $0,2.10^{-2}$ g/cm^3 = ... kg/m^3
   h. $3.10^5 kg/m^3$ = ... g/cm^3
   i. $2,5.10^3$ N/m^2 = ... $dyne/cm^2$
   j. 7,9 $dyne/cm^3$ = ... N/m^3
   k. 0,7 . 10^{-8} m = ... mikro
   l. 1000 kilo joule = ...mikro joule = ... Giga Joule

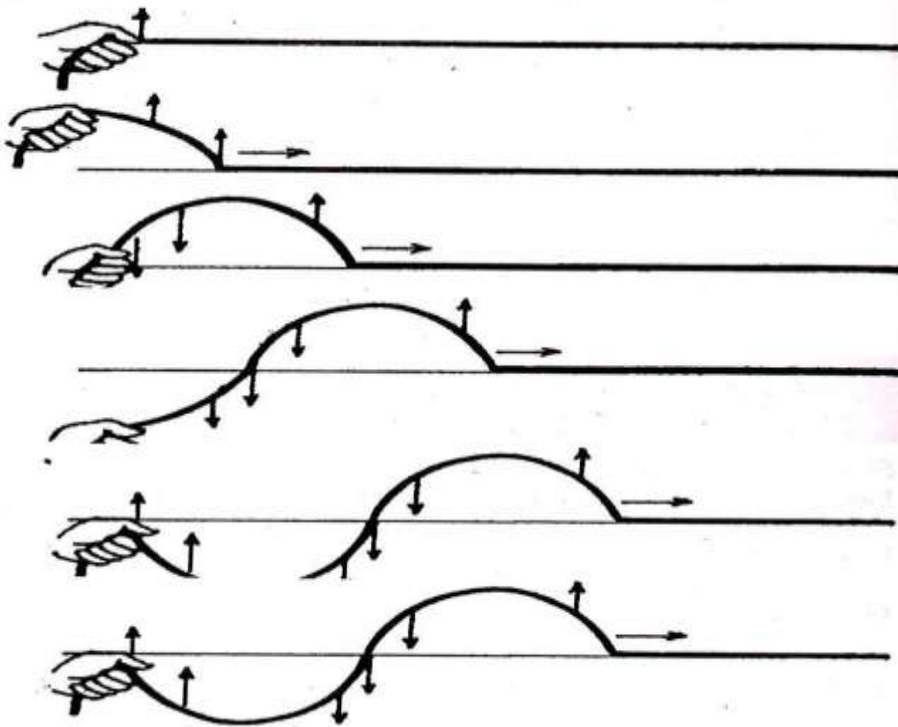
3.2 GELOMBANG

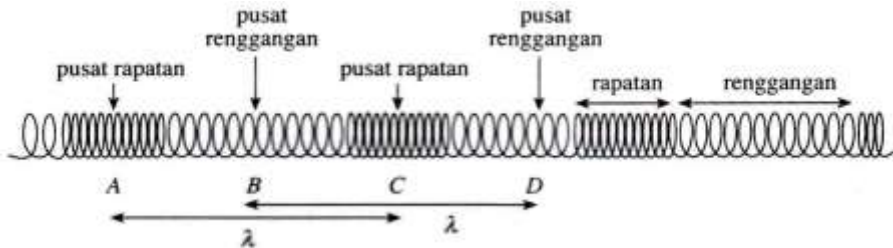
Gelombang adalah getaran yang merambat.

A. Jenis Gelombang

a. berdasarkan arah getarnya, gelombang dibagi menjadi:

1) Gelombang transfersal

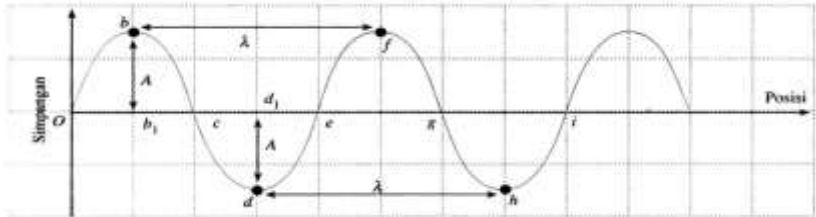
Gelombang transfersal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat.

2). Gelombang longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat

b.berdasarkan mediumnya, gelombang dibagi menjadi:

1) gelombang mekanik gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat
   contoh gelombang mekanik: gelombang pada air, gelombang bunyi, gelombang pada tali, dll
2) gelombang elektromagnetik gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat contoh gelombang elektromagnetik: gelombang cahaya, gelombang radiasi, dll

B. Persamaan Gelombang

a. Besaran-Besaran Pada Gelombang besaran-besaran yang perlu diketahui dari suatu gelombang yang merambat yaitu:
   - simpangan : jarak suatu getar gelombang dari titik setimbangnya
   - amplitudo : simpang terbesar gelombang
   - frekuensi : jumlah gelombang tiap detik
   - amplitudo : waktu untuk suatu gelombang merambat sejauh satu gelombang.

- Cepat rambat gelombang : kecepatan merambat gelombang
- Kecepatan sudut : besarnya perubahan sudut suatu gelombang tiap satuan waktu

b. Bentuk Persamaan Gelombang

$$Y = A \cdot Sin(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$$

$\omega = 2.\pi.f$ $\omega = \frac{2.\pi}{T}$ $k = \frac{2.\pi}{\lambda}$ $v = \lambda \; . \; f$

$v = \frac{\lambda}{T}$

Y : simpangan gelombang
A : amplitudo atau simpangan maksimum gelombang
ω : kecepatan sudut gelombang
t : waktu
x : perpindahan gelombang
± : jika bernilai +, artinya gelombang merambat ke kiri Jika bernilai -, artinya gelombang merambat ke kanan
v : kecepatan rambat gelombang
f : frekuensi getaran gelombang
T : periode gelombang
λ : panjang gelombang

C. Latihan Soal

1. Berdasarkan arah getarnya, gelombang dibagi menjadi . . .
   a. gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik
   b. gelombang mekanik dan gelombang tranfersal
   c. gelombang elektromagnetik dan gelombang transfersal
   d. gelombang transfersal dan gelombang longitudinal
   e. gelombang elektromagnetik dan gelombang longitudinal

2. Gelombang mekanik adalah . . .
   a. gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat
   b. gelombang yang memerlukan medium untuk merambat
   c. gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat
   d. gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
   e. gelombang yang dihasilkan oleh mesin

3. Yang dimaksud gelombang longitudinal adalah . . .
   a. gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat
   b. gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat
   c. gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
   d. gelombang yang dihasilkan oleh mesin
   e. gelombang yang memerlukan medium untuk merambat

4. Simpangan maksimum gelombang disebut . . .
   a. kecepatan sudut
   b. periode
   c. amplitudo
   d. panjang gelombang
   e. cepat rambat gelombang

5. Gelombang yang arah getarnya sejajar arah rambatnya, disebut gelombang . . .

a. gelombang harmonik
b. gelombang elektromagnetik
c. gelombang mekanik
d. gelombang transfersal
e. gelombang longitudinal

6. Suatu gelombang merambat dengan persamaan: $y = 12 \cdot \sin(18\pi \cdot t - 20\pi \cdot x)$ m. Besar kecepatan sudut dan amplitudonya berturut-turut adalah . . .
    a. 12 rad/s dan 18π m
    b. 12 rad/s dan 18 m
    c. 18 rad/s dan 12 m
    d. 18π rad/s dan 12 m
    e. 20π rad/s dan 12 m

7. Suatu gelombang panjangnya 0.5 m, jika frekuensinya 25 Hz, maka besar cepat rambat gelombangnya adalah . . .
    a. 12.5 m/s
    b. 25.5 m/s
    c. 50 m/s
    d. 50.5 m/s
    e. 75 m/s
8. Frekuensi getar suatu mesin kendaraan adalah 40 Hz, maka besar periode getarnya adalah . . .
    a. 4 s
    b. 0.4 s
    c. 2.5 s
    d. 0.25 s
    e. 0.025 s

3.3 MENERAPKAN HUKUM GERAK DAN GAYA

Pernahkah Anda membayangkan bagaimana kalau dalam kehidupan ini tidak ada yang bergerak?. Dalam kehidupan sehari-hari sering kita mendengar kata "gerak" seperti mobil bergerak, gerakan penari, gerakan pelari, gerakan pemain ski es dan lain-lain. Suatu benda dikatakan bergerak bila kedudukannya berubah terhadap acuan tertentu. Misalnya anda duduk di tempat tunggu terminal dan melihat bus bergerak meninggalkan terminal. Terminal anda tentukan sebagai acuan, maka bus dikatakan bergerak terhadap terminal. Penumpang bus tidak bergerak terhadap bus, karena kedudukan penumpang tersebut setiap saat tidak berubah terhadap bus. Setelah bus berjalan di jalan raya maka suatu saat bus akan berbelok ke kanan, berjalan lurus lagi, belok ke kiri, kemudian lurus lagi dan seterusnya.

Jalan yang dilalui bus yang bergerak disebut "lintasan". Lintasan dapat berbentuk lurus, melengkung, atau tak beraturan.

A. Gerak dan Gaya

Suatu benda dikatakan bergerak jika benda tersebut berubah kedudukannya setiap saat terhadap titik acuannya (titik asalnya). Sebuah benda dikatakan bergerak lurus atau melengkung, jika lintasan berubahnya kedudukan dari titik asalnya berbentuk garis lurus atau melengkung. Sebagai contoh: gerak jatuh bebas, gerak mobil di jalan yang lurus, gerak peluru yang ditembakkan dengan sudut tembak tertentu (gerak parabola) dan sebagainya.

Sebelum lebih lanjut kita menerapkan hukum gerak dan gaya, alangkah baiknya kita perlu pahami dulu tentang definisi Kinematika dan Dinamika. Kinematika adalah ilmu yang mempelajari gerak tanpa mengindahkan penyebabnya, sedangkan Dinamika adalah ilmu yang mempelajari gerak dan gaya-gaya penyebabnya.

a. Jarak dan Perpindahan

Mobil bergerak dari P ke Q menempuh jarak 100 km, berarti mobil tersebut telah menempuh panjang lintasannya (gerakannya) dihitung dari P (posisi awal) ke Q (posisi akhir) adalah sejauh 100 km. Dapat disimpulkan, **jarak** adalah merupakan panjang lintasan yang ditempuh oleh materi/benda sepanjang gerakannya. Dari kasus di atas, mobil mengalami perubahan posisi dari P (awal/acuan) ke Q (akhir/tujuannya), sehingga dapat disimpulkan bahwa mobil telah melakukan perpindahan yaitu perubahan posisi suatu benda dari posisi awal (acuan) ke posisi akhirnya (tujuannya). Perpindahan dapat bernilai positif ataupun negatif bergantung pada arah

geraknya. Perpindahan positif, jika arah geraknya ke kanan, negatif jika arah geraknya ke kiri.

B. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan adalah gerak dengan lintasan lurus serta kecepatannya selalu tetap. **Kecepatan (*v*)** adalah besaran vektor yang besarnya sesuai dengan perubahan lintasan tiap satuan waktu. **Kelajuan**adalah besaran skalar yang besarnya sesuai dengan perubahan lintasan tiap satuan waktu. Dalam hal gerak lurus kelajuan sama dengan kecepatan, karena partikel bergerak satu arah saja.

Pada Gerak Lurus Beraturan (GLB) berlaku rumus : $x=v.t$

dengan:

x = jarak yang ditempuh (perubahan lintasan), (m)

v = kecepatan, (m/s)

t = waktu, (s)

a. Kecepatan Rata-rata

Faustina mengendarai sepeda motor dari posisi P ke posisi B yang berjarak 200 km dalam waktu 3 jam, sehingga dapat dikatakan sepeda motor bergerak dengan kecepatan = 200 km/3 jam = 66,67 km/jam. Kecepatan tersebut merupakan kecepatan rata-rata, sebab dalam perjalanannya sepeda motor tersebut tidak bergerak secara konstan, bisa sangat cepat, bisa pula sangat lambat bergantung jalan yang dilaluinya (sebagai contoh: jalan berkelok-kelok, naik-turun,

dan kemacetan lalu-lintas). Jika kecepatan rata-rata ($\bar{v}$), perpindahan *(x)* dalam interval waktu *(t)*.

C. Hukum - Hukum Newton Tentang Gerak

Pada sub-bab sebelumnya, gerak benda ditinjau tanpa memperhatikan penyebabnya. Bila penyebab gerak diperhatikan, tinjauan gerak, disebut dinamika, melibatkan besaran-besaran fisika yang disebut **gaya**. Gaya adalah suatu tarikan atau dorongan yang dapat menimbulkan perubahan gerak. Dengan demikian jika benda ditarik/didorong maka pada benda bekerja gaya dan keadaan gerak benda dapat berubah. Gaya adalah penyebab gerak. Gaya termasuk besaran vektor, karena gaya mempunyai besar dan arahnya.

a. Hukum I Newton

Dalam peristiwa sehari-hari kita sering menjumpai keadaan yang menunjukkan pemakaian dari Hukum I Newton. Sebagai contoh ketika kita naik kendaraan yang sedang melaju kencang, secara tibatiba kendaraan tersebut mengerem, maka tubuh kita akan terdorong ke depan. Kasus lain adalah ketika kita naik kereta api dalam keadaan diam, tiba-tiba melaju kencang maka tubuh kita akan terdorong ke belakang. Keadaan tersebut disebut juga **Hukum Kelembaman**. Jika resultan (jumlah) dari gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol ($\sum F = 0$) , maka benda tersebut:

a) jika dalam keadaan diam akan tetap diam, atau

b) jika dalam keadaan bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan.

Kesimpulan: sebuah benda akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan, jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda itu($\sum F = 0$)

b. Hukum II Newton

Besarnya percepatan *a* berbanding lurus dengan besarnya gaya *F* dan berbanding terbalik dengan konstanta *k* yang merupakan ukuran kuantitas benda yang besarnya selalu tetap, selanjutnya disebut massa benda. Hukum ini dikenal sebagai hukum II Newton, dan secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$a = \frac{f}{m}$ atau $F = m \cdot a$

F = gaya (newton)

m = massa

a = percepatan

Berat suatu benda (w) adalah besarnya gaya tarik bumi terhadap benda tersebut dan arahnya menuju pusat bumi (vertikal ke bawah).

Hubungan massa dan berat :

$w = m \cdot g$

w = gaya berat. (N).

m = massa benda (kg).

g = percepatan gravitasi (m/s^2).

Perbedaan massa dan berat:

a) Massa (*m*) merupakan besaran skalar besarnya di sembarang tempat untuk suatu benda yang sama selalu **tetap**.

b) Berat (*w*) merupakan besaran vektor di mana besarnya tergantung pada tempatnya (percepatan gravitasi pada tempat benda berada).

D. Latihan Soal

1. Sebuah benda dengan massa 1 kg, jatuh bebas dari ketinggian 10 meter. Jika percepatan gravitasi bumi = 10 m/s^2, maka kecepatan benda pada ketinggian 5 meter adalah ....

   a. 25 m/s   d. 10 m/s

   b. 20 m/s   e. 5 m/s

   c. 15 m/s

2. Sebuah benda jatuh bebas dari ketinggian 31,25 m. Jika percepatan gravitasi bumi di tempat itu 10 m/s^2, maka pada saat benda berada di ketinggian 20 m dari tanah kecepatan benda tersebut adalah . . ..

   a. 10 ms^{-1} d. 20,6 ms^{-1}

   b. 5 ms^{-1} e. 25 ms^{-1}

   c. 20 ms^{-1}

3. Dua buah benda A dan B yang bermassa masing-masing m, jatuh bebas dari ketinggian h meter dan 2h meter. Jika A menyentuh tanah dengan kecepatan v m/s, maka benda B akan menyentuh tanah dengan energi kinetik sebesar ....

   a. 1/2 $m.v^2$ d. 1/4 $m.v^2$

   b. $m.v^2$ e. 3/2 $m.v^2$

   c. 1/3 $m.v^2$

4. Suatu benda jatuh bebas dari ketinggian tertentu ke tanah. Apabila gesekan dengan udara diabaikan, kecepatan benda pada saat mengenai tanah ditentukan oleh . . ..

a. percepatan gravitasi bumi dan massa benda
b. waktu jatuh yang dibutuhkan dan berat benda
c. ketinggian benda yang jatuh dan gravitasi bumi
d. luas permukaan benda
e. massa dan ketinggiannya

5. Sebuah bola dijatuhkan dari ketinggian h tanpa kecepatan awal. Jika percepatan gravitasi bumi di tempat itu g, maka kecepatan bola pada waktu akan tiba di tanah adalah ....
   a. $\sqrt{(2h/g)}$ d. $\sqrt{(2h)}$
   b. $\sqrt{(2g/h)}$ e. $\sqrt{(gh)}$
   c. $\sqrt{(2gh)}$

6. Perbedaan antara laju dan kecepatan adalah ....
   a. laju mempunyai besar dan arah, sedangkan kecepatan hanya mempunyai besar saja
   b. kecepatan mempunyai besar dan arah, sedangkan laju hanya mempunyai arah saja
   c. laju hanya mempunyai arah saja, kecepatan hanya mempunyai besar saja
   d. laju hanya mempunyai besar saja, kecepatan hanya mempunyai arah saja
   e. laju mempunyai besar dan tidak mempunyai arah

3.4 USAHA DAN ENERGI

Energi merupakan konsep yang sangat penting, dan pemahaman terhadap energi merupakan salah satu tujuan pokok fisika. Sebagai gambaran akan pentingnya konsep energi, dengan mengetahui energi sistem, maka gerak sistem tersebut dapat ditentukan. Melalui bab ini Anda akan mempelajari usaha oleh gaya tetap. Pemahaman tentang energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik pada sebuah benda. Kaitan usaha yang dilakukan oleh gaya konservatif dengan perubahan energi kinetik dan energi potensial suatu sistem dan menerapkan kaitan tersebut. Kaitan usaha yang dilakukan oleh gaya nonkonservatif dengan perubahan energi kinetik dan energi potensial suatu sistem dan menerapkan kaitan tersebut. Hubungan antara usaha dan daya serta contoh pemakaiannya.

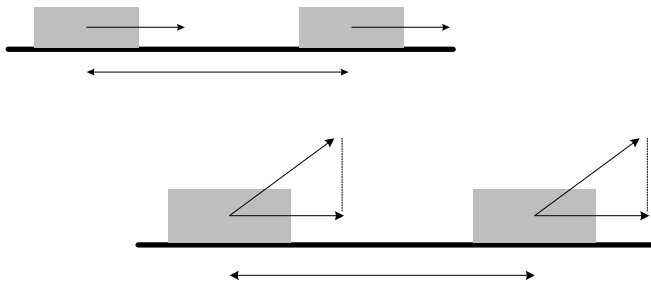
A. Usaha

Dalam kehidupan sehari-hari kata usaha mempunyai arti sangat luas, misalnya: usaha seorang anak untuk menjadi pandai, usaha seorang pedagang untuk memperoleh laba yang banyak, usaha seorang montir untuk memperbaiki mesin dan sebagainya. Jadi dapat disimpulkan usaha adalah segala kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan.

Dalam ilmu fisika, usaha mempunyai arti, jika sebuah benda berpindah tempat sejauh ***d*** karena pengaruh ***F*** yang searah dengan perpindahannya, maka usaha yang dilakukan sama dengan hasil kali antara gaya dan perpindahannya, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$W = F\, d.$$

Jika gaya yang bekerja membuat sudut α terhadap perpindahannya (Gambar 4.1), usaha yang dilakukan adalah hasil kali komponen gaya yang searah dengan perpindahan ($F\cos\,\alpha$) dikalikan dengan perpindahannya (d). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$W = F\cos\alpha . d$$

Gambar 3.4.1 Ilustrasi tentang definisi usaha (W) = gaya (F) dikalikan dengan perpidahan (d)

dengan:

W = usaha (joule)

F = gaya (N)

d = perpindahan (m)

α = sudut antara gaya dan perpindahan

Satu Usaha : 1 joule = 10^7 erg

Catatan:

- Usaha (*work*) disimbolkan dengan huruf besar W.
- Berat (*weight*) disimbolkan dengan huruf kecil w.

Jika ada beberapa gaya yang bekerja pada sebuah benda, maka usaha total yang diperoleh atau dilepaskan benda tersebut sebesar: Jumlah usaha yang dilakukan tiap gaya, atau usaha yang dilakukan oleh gaya resultan.

Contoh Soal 1:

Sebuah benda berada bidang datar, karena pengaruh gaya 140 N benda mengalami perpindahan sejauh 5 m, berapa usaha yang dilakukannya apabila:

a. Gaya mendatar

b. Gaya membuat sudut 60^0 terhadap bidang horisontal

Penyelesaian:

Diketahui:

F = 140 N; d = 5 m

Ditanyakan:

a. W (gaya mendatar) ...?

b. W (gaya membuat sudut 60^0 dengan bidang horisontal) ..?

Jawab:

a. $W = F.\ d$ = 140 N. 5 m = 700 N.m = 700 joule.

b. $W = F cos\ \alpha.d$ = 140 N. Cos 60^0 .5 m = 140 N.0,5. 5 m = 350 joule.

<u>Contoh Soal 2:</u>

Gaya sebesar 40 N bekerja pada sebuah benda dan menyebabkan benda berpindah tempat sejauh 80 cm, jika usaha yang dilakukannya 25,6 joule. Berapakah sudut yang dibentuk gaya terhadap bidang?

<u>Penyelesaian:</u>

$W = F \cos \alpha.d$

25,6 joule = 40 N. cosα.0,8 m

Cosα = 25,6 joule/32 N.m = 0.8

$\alpha = \cos^{-1} (0,8) = 36,86^0 = 37^0$ (pembulatan 2 angka penting)

Contoh 3:

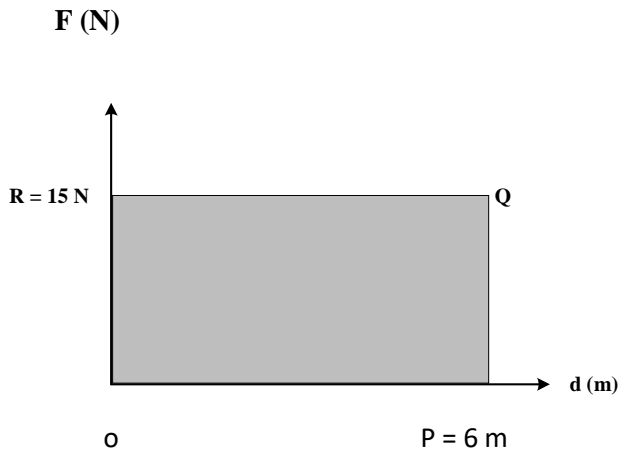
Benda berpindah tempat sejauh 6 meter karena pengaruh gaya tetap 15 N searah perpindahan, tentukanlah:

a. Grafik gaya (*F*) terhadap perpindahan (*d*)

b. Luas daerah yang dibatasi oleh kurva, sumbu *F* dan sumbu *d*

c. Usaha yang dilakukan gaya tersebut, kemudian bandingkan dengan jawaban soal b.

Penyelesaian:

a. Grafik gaya (*F*) terhadap perpindahan (*d*)

b. Daerah yang diarsir berbentuk empat persegi panjang, sehingga luasnya dapat dihitung dengan rumus:

Luas OPQR = OP.OR = 6 m.15 N = 90 joule.

c. $W = F.d$ = 15 N. 6 m = 90 joule. Dari data jawaban b dan jawaban c, dapat disimpulkan bahwa untuk mencari besarnya usaha dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Dengan menghitung luas daerah yang terbentuk dari grafik gaya (F) terhadap perpindahan (d), sesuai dengan besar gaya (F) dan perpindahan (d) yang dialaminya.
2. Dengan rumus $W = F.d$.

B. Daya

Daya (P) adalah usaha yang dilakukan tiap satuan waktu, secara matematis didefinisikan sebagai berikut:

$$P = \frac{w}{t}$$

dengan:

P = daya (watt)

W = usaha (joule)

t = waktu (s)

Daya termasuk besaran skalar yang dalam satuan MKS mempunyai satuan watt atau J/s

Satuan lain adalah:

1 hp = 1 DK = 1 PK = 746 watt hp = Horse power; DK = daya kuda; PK = *Paarden Kracht*

1 Kwh adalah satuan energi yang setara dengan = $3,6 .10^6$ watt.detik = $3,6 . 10^6$ joule

Contoh Soal 3:

Sebuah mesin pengangkat mengangkat barang yang massanya 3 ton setinggi 10 meter selama 20 s. Berapa hp daya mesin itu (percepatan gravitas di tempat itu 10 m/s^2).

Penyelesaian:

Diketahui:

m = 3000 kg

h = 10 m

t = 20 s, g = 10 m/s^2

Ditanyakan: P ...?

Jawab:

erikan mesin pengangkat digunakan untuk menambah energi potensial barang, sehingga berlaku: W = mgh = 3000 kg. 10 m/s^2.10 m = 300.000 joule

P = W/t = 300.000 joule / 20 s = 15.000 watt

Ingat 1 hp = 746 watt, jadi 1 watt = 1/746 hp, maka 15.000 watt sama dengan 15.000 /746 = 20,11 hp.

C. Konsep Energi

Suatu sistem dikatakan mempunyai energi/tenaga, jika sistem tersebut mempunyai kemampuan untuk melakukan usaha. Besarnya energi suatu sistem sama dengan besarnya usaha yang mampu ditimbulkan oleh sistem tersebut. Oleh karena itu, satuan energi sama

dengan satuan usaha dan energi juga merupakan besaran skalar (prinsip usaha-energi: usaha adalah transfer energi yang dilakukan oleh gayagaya yang bekerja pada benda). Dalam fisika, energi dapat digolongkan menjadi beberapa macam antara lain:

a. Energi mekanik (energi kinetik + energi potensial)
b. Energi panas
c. Energi listrik
d. Energi kimia
e. Energi nuklir
f. Energi cahaya
g. Energi suara

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan yang terjadi hanyalah transformasi/perubahan suatu bentuk energi ke bentuk lainnya, misalnya dari energi mekanik diubah menjadi energi listrik pada air terjun.

a. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh setiap benda yang bergerak. Energi kinetik suatu benda besarnya berbanding lurus dengan massa benda dan kuadrat kecepatannya.

$$Ek = \frac{1}{2}.mv^2$$

dengan,

Ek = Energi kinetik (joule)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

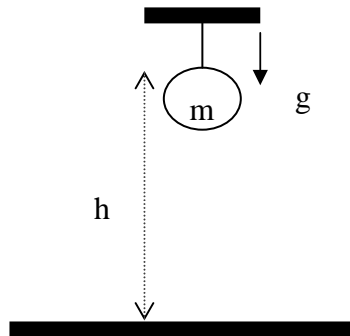
Usaha = perubahan energi kinetik.

$$W = \triangle Ek = Ek_2 - Ek_1$$

Dari persamaan diatas usaha dari benda yang bergerak merupakan perubahan / selisih energi kinetik akhir dengan energi kinetik awal benda yang bergerak.

b. Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena pengaruh tempatnya (kedudukannya). Energi potensial ini juga disebut energi diam, karena benda yang diam pun dapat memiliki energi potensial.

Sebuah benda bermassa *m* digantung seperti di bawah ini.

Gambar 3.4.2 Energi Potensial Gravitasi

Jika tiba-tiba tali penggantungnya putus, benda akan jatuh, sehingga dapat dikatakan benda melakukan usaha, karena adanya gaya berat (*w*) yang bekerja sejauh jarak

tertentu, misalnya *h*. Besarnya energi potensial benda sama dengan usaha yang sanggup dilakukan gaya beratnya selama jatuh menempuh jarak *h*.

$Ep = = wh\ m\ g\ h.$ . .

Dengan:

Ep = Energi potensial	(joule)
w = berat benda	(N)
m = massa benda	(kg)
g = percepatan gravitasi	(m/s^2)
h = tinggi benda	(m)

Energi potensial gravitasi tergantung dari : percepatan gravitasi bumi dan kedudukan benda , massa benda

c. Energi Potensial Pegas

Energi potensial yang dimiliki benda karena elastik pegas.

Gaya pegas (F) $= k.x$

Ep Pegas (Ep) $= ½\ k.\ x^2$

dengan:

k = konstanta gaya pegas

x = regangan

Hubungan usaha dengan Energi Potensial:

$$W = \Delta Ep = Ep_1 - Ep_2$$

D. Energi Mekanik

Energi mekanik (*Em*) adalah jumlah antara energi kinetik dan energi potensial suatu benda.

$$Em = Ek + Ep$$

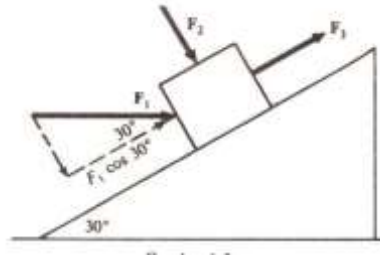
Karena energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan atau energi itu kekal, maka berlaku hukum Kekekalan Energi. Nila konteks yang dibahas adalah energi mekanik, maka berlaku Kekekalan Energi Mekanik yang dituliskan.

$$Em_1 = Em_2$$

$$Ek_1 + Ep_1 = Ek_2 + Ep_2$$

<u>Contoh Soal 1:</u>

Sebuah benda dengan berada pada bidang miring dengan sudut kemiringan 30^o bergerak ke atas karena mendapatkan beberapa gaya, tiga gaya di antaranya F_1 = 40 N mendatar; F_2 = 20 N tegak lurus bidang miring, F_3 = 30 N sejajar bidang miring. Hitunglah kerja yang dilakukan oleh masing-masing gaya bila benda berpindah sejauh 0,80 m ke atas.

Penyelesaian:

Kita mencari komponen F_1 yang sejajar arah perpindahan yaitu $F_1 \cos 30^o = 40.0,866 = 34,6\ N$, maka kerja yang dilakukan F_1 adalah $F_1 \cos 30^o . S = 34,6 . 0,8 = 28\ Joule$. Gaya F_2 tidak melakukan kerja karena gaya ini tegak lurus terhadap arah perpindahan. Kerja yang dilakukan oleh F_3 yang sejajar dengan arah perpindahan adalah $F_3.S = 30.0,8 = 24\ Joule.$

Contoh Soal 2:

Sebuah benda bermassa 300 gr meluncur sepanjang 80 cm di atas meja horisontal. Berapakah kerja yang dilakukan pada benda tersebut oleh gaya gesekan yang diperoleh dari meja jika koefisien gesekan 0,2 pada benda tersebut?

Penyelesaian:

Pada benda yang bergerak di bidang datar gaya normal sama dengan gaya berat, maka gaya gesekan yang terjadi adalah $f = \mu.mg = 0,2.\ 0,300.9,8 = 0,588\ N$

Kerja yang dilakukan gaya gesekan ini adalah *f cos 180º. S = 0,588 (1).0,80 = - 0,470 Joule* (tanda negatif menyatakan kerja oleh gaya gesekan mengurangi energi kinetik benda).

Contoh Soal 3:

Sebuah pegas dengan konstanta pegas 400 N/m, ditempatkan pada sebuah dinding, ujung pegas lain bebas di bidang datar yang licin. Jika sebuah benda bermassa 2 kg bergerak dengan kecepatan 10 m/s menumbuk ujung pegas tersebut, berapa pemendekan maksimum yang dapat ditekan oleh benda tersebut?

Penyelesaian:

Berlaku kekekalan energi mekanik,

EK + EP (gravitasi) + EP (pegas) = EP '(pegas) + EK'+ EP(gravitasi)' ½ mv^2 + 0 + 0 = ½ kx^2 + 0 + 0sehingga x =

$$v\sqrt{\frac{m}{k}} = 10\sqrt{\frac{2}{400}} = ½\sqrt{2}\text{ m}$$

E. Kerja Gaya Konservatif dan Gaya Non-Konservatif

Dalam pembahasan mekanika gerak, gaya yang bekerja pada suatu benda dibedakan menjadi dua jenis gaya yaitu ***gaya konservatif*** dan ***gaya non-konservatif***. ***Gaya konservatif*** adalah gaya yang tidak menyebabkan perubahan energi total yang dimiliki benda selama bergerak. Sedangkan ***gaya non konservatif*** adalah gaya yang

menyebabkan terjadinya perubahan energi total yang dimiliki benda selama berpindah.

Tabel 3.4.1. *Contoh jenis gaya konservatif dan non konservatif*

Gaya-gaya konservatif	Gaya-gaya non-konservatif
Gaya gravitasi	Gaya gesekan
Gaya elastisitas	Gaya hambatan udara
Gaya listrik	Gaya tegangan tali

Dari teorema kerja-energi, dimana sistem yang dibahas adalah bersifat konservatif yaitu: $W_{total} = \triangle E_K$. Apabila resultan gaya yang bekerja pada suatu benda adalah bersifat konservatif maka kerja yang ia lakukan dapat dinyatakan sebagai berkurangnya energi potensial, atau

$\triangle E_K = -\triangle E_P$ sehingga $\triangle E_K + \triangle E_P = 0$.

Apabila sebagian dari gaya yang bekerja pada sistem adalah tidak koservatif, maka kerja yang dilakukan oleh gaya resultan adalah total dari kerja yang dilakukan oleh gaya konservatif dan kerja yang dilakukan oleh gaya non konservatif. Hal ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$W konservatif + W nonkonservatif = \triangle EK$ sedangkan,

Wkonservatif$=\triangle$EP

sehingga Wnon konservatif $= \triangle EK + \triangle EP = \triangle (EK + EP) = \triangle E_p$

Hal ini berarti energi mekanik total yang dimiliki sistem, *E*, tidak konstan akan tetapi berubah terhadap kerja yang dilakukan oleh gaya non-konservatif pada sistem.

Contoh Soal 1:

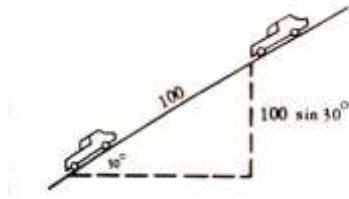
Sebuah benda 0,5 kg bergeser di atas meja dengan kecepatan awal 0,2 m/s dan setelah menempuh 0,70 m benda berhenti. Berapakah gaya gesek yang dialaminya (anggaplah konstan).

Penyelesaian:

Energi kinetik benda berkurang karena terjadi perlambatan oleh gaya gesekan, berarti perubahan energi kinetik dari benda = kerja yang dilakukan oleh gaya gesekan pada benda, $\frac{1}{2}\, m\, (v^2 - v_o^2) = f \cos \theta . d$, karena gaya gesekan berlawanan dengan arah gerak maka $\theta = 180^o$, maka kita peroleh: $0 - \frac{1}{2} .0,5.0,2 = f.(-1).0,7$, jadi $f = 0{,}0143$ N

Contoh Soal 2:

Mobil bermassa 1200 kg bergerak meluncur pada bidang miring dengan kemiringan 30^o seperti gambar. Pada saat mobil berkecepatan 12 m/s, sopir mulai menginjak rem. Berapakah besar gaya rem *F* (yang tetap dan berarah sejajar permukaan miring) agar mobil dapat berhenti dalam jarak 100 m?

Penyelesaian:

Perubahan energi mekanik total dari mobil sama dengan kerja yang dilakukan gaya rem terhadap mobil sehingga kita peroleh: $\frac{1}{2}\, m(v^2 - v_o^2) + mg\,(h - h_o) = F\,(-1).\,S$

$\frac{1}{2}\,.1200\,(0 - 12^2) + 1200.9{,}8\,(100 \sin 30^o) = F\,(-1).\,100;$ jadi $F = 6{,}7\ kN$.

F. Kegiatan

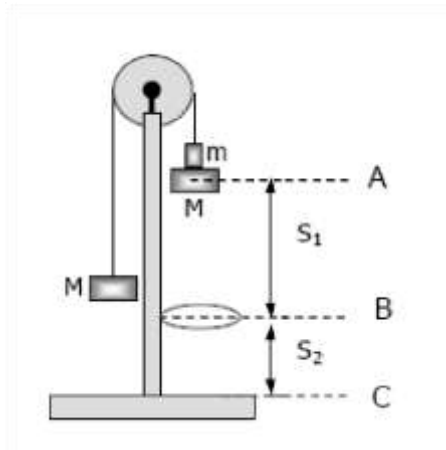
Kegiatan 1: Pembuktian Hukum Kekekalan Energi Mekanik

1. Bahan:

   a. Rancang mesin *ad-wood* sederhana (lihat gambar)
   b. Satu set massa pembebanan
   c. Meteran
   d. Timbangan
   e. Benang nilonB. Langkah kerja:
      1. Menimbang beban M dan beban penambah m
      2. Mengukur dan menandai S1 dan S2.
      3. Beban dilepas dari A stop watch 1 dihidupkan, ketika beban mencapai B stop watch 2 dihidupkan secara bersamaan stop watch 1 dimatikan, dan setelah posisi mencapai C stop watch 2 dimatikan.
      4. Ulangi langkah 1-3 minimal 3 kali

5. Masukan data kedalam tabel pengamatan

Pengamatan Ke-	m	M	S_1	S_2	t_1	t_2
1						
2						
3						
4						
5						

6. Hitung energi mekanik pada titik A , B dan C untuk tiap beban.
7. Buatlah grafik energi mekanik terhadap S posisi dan grafik energi mekanik terhadap kecepatan v.
8. Bandingkan hasil pada poin 6.

<u>Kegiatan 2</u>: Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efisiensi bidang miring?

1. **Identifikasikan** faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap efisiensi bidang miring.
2. **Rumuskan hipotesis** yang menggambarkan bagaimana pengaruh factor yang Anda identifikasi pada langkah 1 terhadap efisiensi bidang miring.
3. **Rancanglah eksperimen** untuk menguji hipotesis Anda.
4. **Lakukan eksperimen** sesuai yang Anda rencanakan.

Analisis

Faktor-faktorapa saja yangmempengaruhi efisiensi bidang miring?

G. Rangkuman

1. Usaha merupakan sesuatu yang dilakukan oleh gaya pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengalami perpindahan atau bergerak.
2. Daya (*P*) adalah usaha yang dilakukan tiap satuan waktu.
3. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh setiap benda yang bergerak.
4. Energi potensial gravitasi adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena pengaruh tempatnya (kedudukannya).
5. Energi mekanik (*Em*) adalah jumlah antara energi kinetik dan energi potensial suatu benda.

H. Soal Uji Kompetensi

1. Sebuah benda meluncur di atas papan kasar sejauh 5 m, mendapat perlawanan gesekan dengan papan sebesar 180 newton. Berapa besarnya usaha dilakukan oleh gaya gesek pada benda itu?.
2. Sebuah gaya yang besarnya 60 newton bekerja pada sebuah benda. Arah gaya membentuk sudut 30^{o} dengan bidang horisontal. Jika benda berpindah sejauh 50 m, berapa besarnya usaha?
3. Sebuah gaya yang besarnya 60 newton menyebabkan benda yang massanya 15 kg berpindah horisontal sejauh 10 m. Berapa besarnya usaha dan besarnya perubahan energi potensial. (g = 10 m/s^2)
4. Berapa besar usaha oleh gaya penarik jika sebuah elevator yang beratnya 2000 N dinaikkan setinggi 80 m? Berapa besar energi potensial elevator setelah dinaikkan hingga setinggi itu?
5. Berapa besar usaha untuk menaikkan benda bermassa 2 kg setinggi 1,5 m di atas lantai? Berapa besar energi potensial benda pada kedudukan itu? (g = 10 m/s^2)
6. Berapa besar gaya diperlukan untuk menahan 2 kg benda, tetap 1,5 m di atas lantai dan berapa besar usaha untuk menhan benda tersebut selama 5 detik (g = 10 m/s^2)
7. Untuk menaikkan kedudukan benda yang massanya 200 kg ke tempat x meter lebih tinggi, diperlukan kerja sebesar 10.000 joule. Berapa x ? (g = 9,8 m/s^2)
8. Berapa besar energi kinetik suatu benda yang bergerak dengan kecepatan 20 m/s, jika massa benda 1000 kg?
9. Benda bermassa 1 kg mempunyai energi kinetik besarnya 1 joule berapa kecepatan benda?

10. Sebuah benda yang massanya 2 kg (g = 10 m/s^2) jatuh dari ketinggian 4 m di ats tanah. Hitung besar energi potensial benda dalam joule dan dalam erg.
11. Sebuah benda bermassa 5 kg, jatuh dari ketinggian 3 m di atas tanah (g = 10 m/s^2) Berapa energi kinetik benda pada saat mencapai tanah?
12. Sebuah benda bermassa m kg bergerak di atas papan kasar dengan kecepatan 10 m/s. Jika besarnya koefisien gesekan 0,25. Hitunglah waktu dan jarak yang ditempuh benda setelah benda berhenti (g = 10 m/s^2)
13. Sebuah bom yang massanya m kg akan ditembakkan dengan kecepatan 600 m/s oleh meriam yang panjangnya 6 m. Berapa besar gaya minimum yang diperlukan untuk menembakkan pelurusehingga keluar dari moncong meriam dengan kecepatan tersebut?
14. Sebuah gaya sebesar 80 newton bekerja pada benda bermassa

    $50\sqrt{3}$kg. Arah gaya membentuk sudut 30^o dengan horisontal.

    Hitung kecepatan benda setelah berpindah sejauh 10 m.
15. Sebuah benda dengan berat w Newton (g = 10 m/s^2) mula-mula dalam keadaan diam. Gaya besarnya 10 newton bekerja pada benda selama 5 detik. Jika gaya telah melakukan usaha sebesar 2500 joule, berapa w dan berapa besarnya daya dalam watt dan HP.
16. Sebuah benda bermassa 2 kg sedang bergerak. Berapa besar usaha untuk:
    - menaikkan kecepatan benda dari 2 m/s menjadi 5 m/s
    - Menghentikan gerak benda bila kecepatannya saat itu 8 m/s (g = 10 m/s^2)
17. Sebuah kereta api dengan berat 196.000 newton bergerak dengan kecepatan 54 km/jam. Kereta api itu dihentikan oleh

rem yang menghasilkan gaya gesek besarnya 6000 newton. Berapa besar usaha gaya gesek dan berapa jarak ditempuh kereta api selama rem, bekerja (g = 10 m/s^2)

18. Sebuah batu bermassa 0,2 kg (g = 10 m/s^2) dilemparkan vertikal ke bawah dari ketinggian 25 m dan dengan kecepatan awal 15 m/s. Berapa energi kinetik dan energi potensial 1 detik setelah bergerak?
19. Di dalam suatu senapan angin terdapat sebuah pegas dengan konstanta pegas 25.000 dyne/cm. Ketika peluru dimasukkan, per memendek sebanyak 2 cm. Hitunglah berapa kecepatan peluru ketika keluar dari senapan itu. Gesekan peluru dengan dinding senapan diabaikan, massa peluru 5 gram.

BAB 4.
PENUTUP

A. Harapan

Modul hakikat fisika dan perannya dalam kehidupan ini adalah bahan ajar khususnya dibiddang fisika yang mempelajari tentang hakikat fisika itu sendiri dan materi-materi yang sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Namun karena masih terbatasan ilmu pengetahuan penulis dalam bidang fisika sehingga modul ini mencakup pengetahuan penulis saja semoga maka sangat diharapkan untuk membaca buku fisika lainnya untuk mengetahui lebih dalam materi-materi yang sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Semoga pembaca yang mempelajari modul ini merasa senang dalam mempelajari materi yang disajikan sehingga proses pembelajaran berlangsung efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Tippler, Paul A, 1998, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.

Douglas C Giancoli, *FISIKA*, Jilid 1 Edisi 5. Jakarta: Erlangga

Marthen Kanginan, 2006, *Fisika Untuk SMA Kelas IX, X dan XI.* Jakarta: Erlangga

Raymond Serway, et. Al. 2001. *Physics for Scientists and Engineers*, Newyork: Saunders College Publishing.

Lawrence H Van Vlack. 1985. *Elements of Materials Science and Engineerinr*. USA. Addison-Wesley Publishing Company.

William D Callister Jr. 1986. *Materials Science and Engineering" An Introduction*. Singapore. John Willey and Sons.

Dikmenjur. 2004. *Bahan Ajar Modul Manual Untuk SMK Bidang Adaptif Mata Pelajaran Fisika*.

Etty Jaskarti S, Iyep Suryana, 1994, *Fisika untuk SMK Kelompok Teknologi dan Industri Program Studi Belmo,* Tingkat 1 Catur wulan 1,2, dan 3. Bandung: Angkasa Bandung.

GLOSARIUM

Akurasi : Berkaitan dengan ketepatan, hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya.

Angka penting : Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran.

Besaran : Sesuatu yang memiliki kuantitas/nilai dan satuan.

Besaran pokok : Besaran yang satuannya didefinisikan sendiri melalui konferensi internasional.

Besaran turunan : Besaran-besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok.

Dimensi : Salah satu bentuk deskripsi suatu besaran.

Jangka sorong : Alat ukur panjang dengan nonius geser, umumnya memiliki ketelitian hingga 0,1 mm atau 0,05 mm.

Kilogram (kg) : Satuan SI untuk massa.

Massa benda : Jumlah materi yang terkandung dalam suatu benda.

Meter (m) : Satuan SI untuk panjang.

Mikrometer sekrup : Alat ukur panjang dengan nonius putar, umumnya memiliki ketelitian hingga 0,01 mm.

Neraca lengan : Alat ukur massa.

Neraca pegas : Alat ukur gaya, termasuk gaya berat.

Newton (N) : Satuan SI untuk gaya.

Nonius : Skala tambahan yang membagi skala utama menjadi nilai/kuantitas lebih kecil.

Panjang : Jarak antara dua titik.

Paralaks : Kesalahan yang terjadi karena pemilihan posisi atau sudut pandang yang tidak tegak

lurus.

Pengukuran : Kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang digunakan sebagai satuan.

Presisi : Berkaitan dengan ketelitian, pengukuran yang mengandung ketidak pastian kecil

Sekon : Satuan SI untuk waktu.

Skala terkecil : Skala pada alat ukur yang nilainya paling kecil, dibatasi oleh dua garis skala yang paling dekat.

SI Sistem Internasional : sistem satuan yang berbasis sistem metrik.

Stopwatch : Alat pengukur waktu.

Termometer : Alat pengukur temperatur.

Waktu : Selang antara dua kejadian atau peristiwa.

Besaran : Sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka.

Besaran scalar :
- Besaran yang cukup dinyatakan dengan suatu angka.
- Besaran yang hanya memiliki besar (nilai) saja.

Besaran vector :
- Besaran yang harus dinyatakan dengan suatu angka dan arah
- Besaran yang memiliki arah dan besar (nilai)

Gerak jatuh bebas : Gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal.

Gerak lurus beraturan : Gerak benda pada garis lurus yang pada selang waktu sama akan menempuh jarak yang sama.

Gerak lurus berubah braturan
: Beraturan Gerak benda yang lintasannya

		pada garis lurus dengan perubahan kecepatan tiap selang waktu adalah tetap.
Jarak	:	Panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh suatu benda dalam waktu tertentu, dan tidak bergantung pada arah sehingga jarak selalu memiliki tanda positif (+).
Percepatan	:	Penambahan kecepatan per satuan waktu.
Penambahan	:	Perubahan kedudukan awal dan akhir suatu benda karena adanya perubahan waktu dan tidak bergantung pada jalan mana yang ditempuh oleh benda.
Pewaktu ketik (ticker timer)	:	Alat yang dapat digunakan untuk menentukan kelajuan sesaat dan percepatan suatu benda yang bergerak.
Titik acuan	:	Titik pangkal pengukuran.
Perlambatan	:	Pengurangan kecepatan per satuan waktu.
Gaya	:	Merupakan besaran vektor yang mempunyai nilai besar dan arah, misalnya berat mempunyai nilai 10 m/s^2 arahnya menuju kepusat bumi.
Gaya aksi	:	Gaya yang diberikan oleh benda pertama kepada benda kedua.
Gaya reaksi	:	Gaya yang diberikan benda kedua sebagai akibat adanya gaya oleh benda pertama, yang mempunyai besar sama dengan gaya aksi tetapi arahnya berlawanan.
Gaya Gesek	:	Merupakan gaya akibat dari gesekan dua buah benda atau lebih yang arah berlawanan dengan arah gerak benda.
Joule	:	Satuan energi dalam MKS atau SI.

Usaha	:	Hasil kali besar perpindahan dengan komponen gaya yang sejajar dengan perpindahan benda.
Erg	:	Satuan energi dalam CGS.
Daya	:	Usaha persatuan waktu.
Watt	:	Usaha satuan daya.
Pk	:	Satuan daya kuda.
Energi potensial	:	Energi yang dimiliki oleh suatu benda karena kedudukan.
Energi kinetik	:	Energi yang dimiliki oleh suatu benda karena kecepatan.
Energi mekanik	:	Penjumlahan antara energi potensial dengan energi kinetik pada sistem tertentu.
Gaya konservatif	:	Gaya yang tidak bergantung pada lintasannya namun hanya pada posisi awal dan akhir.
Gaya non konservatif	:	Gaya yang bergantung pada lintasan

TENTANG PENULIS

Agus Mulia Bakti adalah mahasiswa program studi pendidikan fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam , IKIP Mataram. Ia lahir di Aik anyar Sukamulia Lombok Timur pada 2 Agustus 1999 anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Mahmuludin dan Nurlaila Azwini. Ia menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 3 Dasan Lekong pada tahun 2011, SMPN 1 Sukamulia tahun 2015, SMKN 2 Selong tahun 2018 dan sekarang masih menjalani studi S1 di IKIP Mataram.

Ia adalah ketua tingkat di kelas pendidikan fisika dan ia juga menjabat sebagai ketua rayon budi utomo PMII IKIP Mataram masa khidmat 2019-2020 yakni salah satu organisasi eksernal kampus yang bergerak dibidang keislaman. Ia aktif mengikuti diberbagai lomba yang diadakan kemenristek dikti seperti Program Kreativitas Mahasiswa dan juga lomba-lomba eksternal kampus seperti lomba karya kulis ilmiah, puisi, essay dan lomba parade cinta tanah air ditingkat provinsi maupun nasional.

Intisari dalam proses belajar yakni mengetahui dasar materi yang dipelajari. Materi hakikat fisika dan perannya dalam kehidupan berisi definisi dan contoh materi fisika sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari beserta langkah-langkah penyelesaian dari rumus materi tersebut, materi yang terkandung dipetakan menjadi lima sub bab meliputi hakikat fisika,besaran dan satuan, gelombang, hukum gaya dan gerak, usaha dan energi. Dengan adanya modul ini pembaca bisa terjembatani untuk lebih jauh lagi mempelajari ilmu fisika karena modul ini menyajikan definisi dan beberapa materi dasar dalam ilmu fisika.